

Е. А. Касимова, Д. Д. Колотий, Д. С. Шарапкин, О. С. Петухова

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
г. Москва

**faculty1@mail.ru*

Научный руководитель – канд. техн. наук *Т. Г. Ягудин**

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СВЯЗОК

В статье исследуются факторы, влияющие на износостойкость металлических связок в АКМ. К числу таких факторов прежде всего следует отнести температуру образования композиций и физико-химические взаимодействия в системе алмаз-металл.

Ключевые слова: износостойкость, алмаз, физико-химические воздействия.

E. A. Kasymova, D. D. Kolotiy, D. S. Sharapkin, O. S. Petukhova

THE INFLUENCE OF ALLOYING ELEMENTS ON THE PROPERTIES OF THE MATRIX

In the article the factors influencing to a wear resistance metal bond of diamond composite are investigated. To number of such factors, first of all, it is attribute temperature of formation of compositions and physical and chemical interactions in a system diamond – metal.

Keywords: wear resistance, diamond, physic – chemical influences.

Во многих источниках пишут о добавлении к бронзовым связкам легирующих компонентов. Такими добавками служили железо, хром, никель, титан и др. Некоторые добавки упрочняют бронзу, а действие других, возможно, связано с улучшением сцепляемости алмаза со связкой:

В работе приняты и опробованы следующие составы:

78,4 % Cu; 19,6 % Sn; 2 % Ti

78,4 % Cu; 19,6 % Sn; 2 % Ni

В последнее время в литературе появились данные о смачиваемости графита металлами и сплавами. В частности, в работах [1; 2] изучалось влияние переходных металлов на смачиваемость алмаза непременными металлами. Полученные в этих работах данные позволяют сделать некоторые выводы применительно к изготовлению алмазных инструментов.

1. Прибавление небольших количеств титана или хрома к жидкому сплаву Cu–Sn/t = 1150 °С значительно повышает работу адгезии на

границе жидкий сплав – подложка. Величина работы адгезии может характеризовать минимальную силу отрыва сплава от алмазной подложки. Поэтому, вводя в сплав Cu–Sn небольшие количества титана или хрома, можно значительно улучшить сцепляемость алмаза со связкой.

Однако следует отметить, что эти результаты были получены при проведении опытов в защитной атмосфере или вакууме – 10^{-5} рт. ст.

2. Добавка титана (1–3 %) к жидкому олову значительно (в три раза) снижает угол смачивания олова на алмазе. Это явление наблюдается при $t = 800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Поэтому применение в качестве связки свободных порошков меди и олова предпочтительно перед применением порошка сплава меди и олова.

Целью проводимых опытов было проследить, как отражается добавка 2 % титана и никеля на работу алмазного инструмента. Были выбраны технологические параметры изготовления алмазного инструмента и по ним были изготовлены алмазные круги типа АЧК $75 \times 5 \times 2$.

Был принят следующий режим смешивания компонентов связки: $n = 30\text{--}40$ об/мин, $\tau = 2$ ч.

Давление при холодном прессовании и горячей подпрессовке было принято $P_{\text{уд}}^{\text{хол}} = 1,5$ Т/см.

Режимы спекания подбирались с целью получить равномерную структуру с полным растворением титана.

Нами исследовались следующие режимы спекания:

$$t_1 = 700\text{ }^{\circ}\text{C}, t_2 = 750\text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\tau_1 = 30, \tau_2 = 45, \tau_3 = 60 \text{ мин.}$$

Несколько завышенные температуры спекания и время выдержки приняты для облегчения растворения титана в меди.

Из диаграммы состояния Cu–Ti известно, что растворимость титана в меди увеличивается с повышением температуры; при температуре $700\text{--}750\text{ }^{\circ}\text{C}$ достигает значения 2,3 %.

Металлографические исследования дали следующие результаты.

На нетравленных и травленных шлифах при $680\text{--}700\text{ }^{\circ}\text{C}$ наблюдаются включения титана, которые при температуре $750\text{ }^{\circ}\text{C}$ исчезают.

При температуре $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ в поле шлифа, кроме обычной бронзовой структуры, ясно видны окисные пленки.

Это объясняется, по-видимому, большой окислительной способностью титана, которая и проявляется в образовании окисной пленки.

На основании проведенных опытов по выбору оптимальных режимов спекания и металлографического анализа нами был выбран следующий режим спекания: $t = 750\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau_1 = 40$ мин, $\tau_2 = 5$ мин.

Удельный расход алмаза составлял порядка 0,3 мг/г тв. спл., что говорит о нецелесообразности введения титана в связку, когда спекание проводится без защитной для титана атмосферы.

Как известно, однородные твердые растворы характеризуются повышенными твердостью и пределом прочности.

Из нижеприведенных диаграмм (см. рисунок) следует, что для сплавов медь – никель твердость и прочность увеличиваются с увеличением добавки никеля к меди. Однако необходимо отметить, что эти свойства твердых растворов сильно зависят от температуры и падают почти так же быстро, как и у чистых металлов.

Применяя обильное охлаждение при работе, можно ожидать, что упрочняющий эффект от введения 2 % никеля в связку скажется на работоспособности алмазного круга. Поэтому выбор режима спекания принимался таким, чтобы никель полностью вошел в твердый раствор с медью.

Прессование и спекание образцов проводилось на том же оборудовании и по тем же режимам, так как введение никеля не оказывает существенного влияния на прессуемость образцов.

Спекание проводилось по следующим режимам: t 600, 700, 750 °С, τ 20, 30, 45, 60 мин.

На основании исследований построен график (рисунок), который показывает, что в исследуемых интервалах твердость не зависит от времени выдержки при фиксированной температуре и твердость незначительно снижается при повышении температуры от 600 до 750 °С.

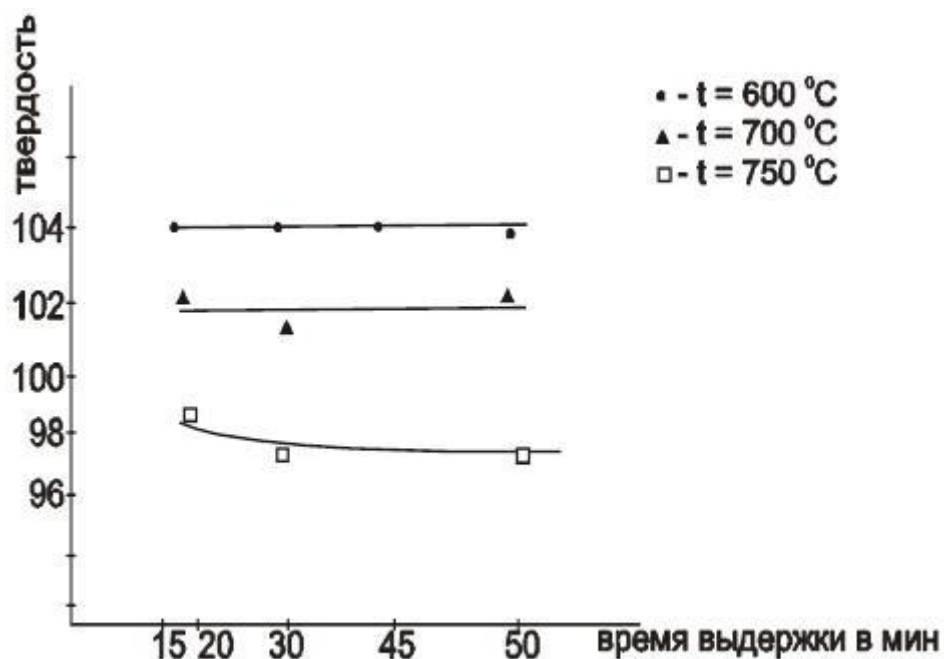
Выбраны оптимальные режимы изготовления алмазного инструмента на связке 78,4 % Cu; 19,6 % Sn; 2 % Ni%:

- холодное прессование $P_{уд}^{хол} = 1,5 \text{ т/см}^2$;
- спекание $t = 750 \text{ °С}$, $\tau = 30 \text{ мин}$;
- горячая подпрессовка $P_{уд}^{гор} = 1,5 \text{ т/см}^2$.

Правильность выбранного режима подтверждают металлографические исследования, которые показали, что лучшая равномерность структуры при спекании получается при температуре 750 °С и времени выдержки 30 мин.

По выбранным режимам были изготовлены и испытаны алмазные круги типа АЧК 75×5×2.

Как показали испытания, введение 2 % Ni в связку не оказывает существенного влияния на работоспособность алмазного круга. Поэтому введение 2 % никеля в связку нецелесообразно. Это можно объяснить тем, что при работе круга, очевидно, возникают микроучастки с повышенной температурой и эффект упрочнения снижается.



Зависимость твердости образцов из связки
78,4 % Cu; 19,6 % Sn; 2 % Ni от времени выдержки при спекании

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что оптимальным составом для связки АКМ является смесь порошков меди и олова. Однако лучшей структурой обладают связки из порошка бронзового сплава. Это дает предпосылки к дальнейшим исследованиям в области совершенствования технологии получения порошковой бронзы, которую можно бы было использовать в качестве связок АКМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Механическое легирование порошков для связок алмазосодержащих композиционных материалов / С. Д. Шляпин [и др.] // Известия вузов. Цветная металлургия. 2003. №4. С. 71–75.
2. Факторы, влияющие на свойства и работоспособность инструмента из алмазосодержащих композиционных материалов (АКМ) на металлической связке / Ю. С. Авраамов [и др.] // Образование, наука и производство: межвуз. сб. науч. тр. М. : МГИУ, 2001. Т. 1. С. 253–259.